

# Energy and protein metabolism in the elderly

Citation for published version (APA):

Pannemans, D. L. E. (1994). *Energy and protein metabolism in the elderly*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Datawyse / Universitaire Pers Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.19940609dp>

**Document status and date:**

Published: 01/01/1994

**DOI:**

[10.26481/dis.19940609dp](https://doi.org/10.26481/dis.19940609dp)

**Document Version:**

Publisher's PDF, also known as Version of record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

## Summary

Energy intake decreases with age. Since the intake of most nutrients depends on total energy intake, a reduced energy intake in the elderly could result in insufficient intakes of protein, minerals and vitamins. The studies presented and discussed in this thesis were intended to obtain more information about the age related changes in energy metabolism and protein metabolism. The effect of protein intake on protein metabolism, calcium excretion and vitamin B6 metabolism was also investigated in young and elderly men and women, in order to determine the interaction between protein intake and protein, calcium and vitamin B6 metabolism.

Data on energy intake are often used as a basis for nutrition intervention studies. Chapter 2 describes a study, which was intended to estimate energy intake for a nutrition intervention study. Energy intake as measured with a four-day dietary record or with a dietary questionnaire underestimated energy expenditure in elderly men and women independent of the method used. The discrepancy between energy intake and measured energy expenditure increased with increasing body mass index.

The aim of the study, presented in Chapter 3, was to measure average daily metabolic rate and the components basal metabolic rate and physical activity of healthy elderly and young adults. Age related differences in body composition and their relation to basal metabolic rate and activity level were also studied. At the same body weight, elderly subjects had a significantly higher fat mass and a significantly lower fat free mass compared with the young adults. The average daily metabolic rate was lower in elderly subjects compared with young adults partly due to a significantly lower basal metabolic rate. When relating the basal metabolic rate to the differences in body composition it revealed that the lower basal metabolic rate was not fully explained by the lower fat free mass in the elderly. It was suggested that aging is associated with an alteration in tissue energy metabolism. The energy expended on physical activity (calculated as the average daily metabolic rate minus basal metabolic rate) was higher for the young adults and positively correlated to the fat free mass index (in both age groups), indicating that there was a positive effect of physical activity on body composition.

The energy costs of controlled daily activities in young and elderly men were measured in order to study whether there is a change in energy costs of specific activities with increasing age (Chapter 4). Total energy expenditure, sleeping metabolic rate, diet induced thermogenesis and energy expended on physical activity were measured under strictly controlled conditions. Total energy expenditure during a standardized activity protocol was significantly higher for the young men. Sleeping metabolic rate as a function of fat free mass was not different between both age groups. The diet induced thermogenesis expressed as MJ/d was significantly higher for the young subjects but similar when expressed as percentage of energy intake. The resulting figure for the energy expended on physical activity (total energy expenditure minus sleeping metabolic rate and diet induced thermogenesis) was the same for young and

elderly men indicating that mean energy costs of sedentary activities were the same for young and elderly men.

To understand more about the metabolic significance of differences in protein intake the effect of the daily amount of protein intake on whole body protein turnover and nitrogen balance was studied in elderly men and women (Chapter 5). Protein turnover increased significantly when the protein content of the diet increased from 12 to 21 percent of total energy. Furthermore, the protein turnover rate was significantly higher for elderly men when compared with elderly women, even when corrections were made for differences in body composition. Mean nitrogen balance did not differ significantly from zero during either diet.

To interpret the above mentioned results in more detail the study was repeated in young adults (Chapter 6). As reported earlier for elderly subjects, the protein turnover rate was significantly higher when the protein content of the diet was increased from 12% to 21% of total energy intake. During the 12% protein diet, young adults had a higher protein turnover rate compared with elderly subjects. During the higher protein intake (21% of total energy intake), protein turnover of young men was comparable with the protein turnover of elderly men while young women still had a higher protein turnover rate compared with elderly women (even when corrections were made for differences in body composition). In young adults, mean nitrogen balance was approximately zero during the 12% protein diet while it was positive during the higher protein intake. It was concluded that a higher protein intake resulted in increased basal (post absorptive) rates of both synthesis and breakdown.

Chapter 7 reports on the effect of two levels of dietary protein intake on urinary calcium excretion, calcium absorption and calcium balance in young and elderly men and women. In young and elderly subjects, urinary calcium excretion was higher when 21% of total energy was given as protein compared with the lower protein diet (12% of total energy as protein). The higher urinary calcium excretion was compensated by an increased calcium absorption. For the elderly this resulted in a less negative calcium balance during the higher protein intake whereas for the young adults there was no effect of protein intake on calcium balance. It was concluded that increasing the protein intake from 12% to 21% of total energy had no negative effects on calcium balance in healthy young and elderly people. Moreover, the interaction between protein intake and calcium excretion, absorption and balance did not differ between both age groups.

The effect of protein intake on vitamin B6 metabolism was studied and the results are described in Chapter 8. Plasma pyridoxal phosphate, pyridoxal and total vitamin B6 concentrations were significantly lower in the elderly compared with the young adults during both diet periods (containing either 12% or 21% of total energy intake as protein). In the elderly, the pyridoxal phosphate concentration was significantly higher during the higher protein intake while the level of protein intake had no significant effect on plasma pyridoxal phosphate concentration in the young adults. Plasma pyridoxal and total vitamin B6 concentrations were not influenced by the amount of protein intake in young and elderly subjects. Relative urinary pyridoxic acid excretion

did not differ significantly in the elderly, while urinary pyridoxic acid excretion was lower in young adults during the higher protein intake (21% of total energy intake as protein). The results of this study suggested an age-dependent difference in the protein intake related vitamin B6 needs, whereby elderly subjects apparently need less vitamin B6 at a higher protein intake as compared with young adults.



## Samenvatting

De energie-inname neemt af met de leeftijd. Aangezien de inname van de meeste nutriënten afhankelijk is van de totale energie-inname, zou een verlaagde energie-inname kunnen resulteren in een te lage inname van eiwit, mineralen en vitamines. De in dit proefschrift beschreven onderzoeken zijn uitgevoerd teneinde meer informatie te verkrijgen omtrent de leeftijdsgebonden veranderingen in het energie- en eiwitmetabolisme. Het effect van de eiwitinname op het eiwitmetabolisme, de calcium-excretie en het vitamine B6-metabolisme is eveneens onderzocht in een groep gezonde bejaarden en jongvolwassenen, om zo de interactie tussen eiwitinname en eiwit-, calcium- en vitamine B6-metabolisme te bepalen.

Gegevens met betrekking tot de energie-inname worden vaak gebruikt als basis voor voedingsinterventie-onderzoek. In het in hoofdstuk 2 beschreven onderzoek werd de energie-inname geschat om als basis te dienen voor een voedingsinterventie-onderzoek. De energie-inname, zoals die werd geschat met behulp van een vierdaagse eetdagboekje of met een korte voedingsvragenlijst, onderschatte het energiegebruik van bejaarde mannen en vrouwen; dit was onafhankelijk van de gebruikte methode. De discrepantie tussen de energie-inname en het energiegebruik nam toe naarmate de body-mass-index van de proefpersonen toenam.

Het doel van het in hoofdstuk 4 beschreven onderzoek was het meten van het totale dagelijkse energiegebruik en de componenten energiegebruik in rust en lichamelijke activiteit, in een groep gezonde jongvolwassenen en bejaarden. De leeftijdsgebonden verschillen in lichaamssamenstelling en hun relatie met het energiegebruik in rust en de lichamelijke activiteit werden eveneens onderzocht. Bij een vergelijkbaar gewicht hadden de bejaarden een significant hogere vetmassa en een significant lagere vetvrije massa in vergelijking met de jongvolwassenen. Het totale dagelijkse energiegebruik was lager voor de bejaarden in vergelijking met de jongeren. Dit werd gedeeltelijk veroorzaakt door het lagere energiegebruik in rust van de bejaarden. Wanneer het energiegebruik in rust gerelateerd werd aan de verschillen in lichaamssamenstelling bleek dat het lagere energiegebruik in rust niet volledig verklaard kon worden door de lagere vetvrije massa van de bejaarden. Gesuggereerd werd dat veroudering gepaard gaat met een verandering in het energiemetabolisme van het weefsel. Het energiegebruik voor lichamelijke activiteit (berekend als het totale dagelijkse energiegebruik verminderd met het energiegebruik in rust) was hoger voor de jongvolwassenen en positief gecorreleerd met de vetvrije-massa-index (in beide leeftijds-categorieën), duidend op een positief effect van lichamelijke activiteit op de lichaamssamenstelling.

De energiekosten voor dagelijkse activiteit onder gecontroleerde omstandigheden werden gemeten om na te gaan of er een verandering optrad in de energiekosten voor specifieke activiteiten met de leeftijd (hoofdstuk 4). Het totale energiegebruik, het energiegebruik tijdens slaap, de dieetgeïnduceerde thermogenese en het energiegebruik voor lichamelijke activiteit werden gemeten onder strikt gecontroleerde omstandigheden in een groep jonge en bejaarde mannen. Het totale energiegebruik tijdens

een gestandaardiseerd activiteitenprotocol was significant hoger voor de jonge mannen. Het energiegebruik tijdens slaap als functie van de vetvrije massa was niet verschillend voor beide leeftijdsgroepen. De dieetgeïnduceerde thermogenese, uitgedrukt in megajoule per dag, was significant hoger voor de jonge mannen. Wanneer de dieetgeïnduceerde thermogenese uitgedrukt werd als percentage van de energie-inname werden geen verschillen waargenomen. Het energiegebruik voor lichamelijke activiteit (berekend als het totale energiegebruik verminderd met het energiegebruik tijdens slaap en de dieetgeïnduceerde thermogenese) was gelijk voor jonge en bejaarde mannen. Op basis van deze resultaten kan gezegd worden dat de gemiddelde energiekosten van weinig intensieve dagelijkse activiteiten gelijk zijn voor jonge en bejaarde mannen.

Om meer inzicht te krijgen in de metabole significantie van het eiwitinname-niveau werd het effect van de dagelijkse eiwitinname op de totale lichaamseiwitturnover en de stikstofbalans gemeten in bejaarde mannen en vrouwen (hoofdstuk 5). De eiwitturnover was significant hoger wanneer de hoeveelheid eiwit in de voeding steeg van 12% naar 21% van de totale energie-inname. Gedurende beide dieetperiodes hadden de bejaarde mannen een hogere eiwitturnover in vergelijking met de bejaarde vrouwen, ook wanneer gecorrigeerd werd voor verschillen in lichaamssamenstelling. De gemiddelde stikstofbalans verschilde niet significant van nul tijdens beide dieetperiodes.

Teneinde de resultaten van het hierboven beschreven onderzoek beter te kunnen interpreteren, werd het onderzoek herhaald bij jongvolwassenen (hoofdstuk 6). Evenals bij de bejaarden was de eiwitturnover hoger tijdens de hogere eiwitinname (21% van de totale energie-inname). Tijdens het dieet met 12 energie% eiwit hadden jongvolwassenen een significant hogere eiwitturnover in vergelijking met de bejaarden. Tijdens het dieet met het hogere eiwitgehalte (21% van de totale energie-inname) was de eiwitturnover van de jonge en oude mannen vergelijkbaar, terwijl de eiwitturnover van de bejaarde vrouwen nog steeds lager was in vergelijking met de jonge vrouwen (ook wanneer gecorrigeerd werd voor verschillen in lichaamssamenstelling). De stikstofbalans van de jongvolwassenen was nagenoeg nul tijdens het dieet met 12 energie% eiwit en positief tijdens de hogere eiwitinname. Geconcludeerd werd dat een hogere eiwitinname resulteerde in een hoger basaal niveau van eiwitafbraak en eiwitsynthese.

In hoofdstuk 7 wordt het effect beschreven van twee eiwitinname-niveaus op de calciumuitscheiding in de urine, de calciumabsorptie en de calciumbalans van jonge en bejaarde mannen en vrouwen. Voor beide groepen gold dat de calciumexcretie in de urine significant hoger was tijdens het 21 energie% dieet in vergelijking met het 12 energie% dieet. De hogere calciumuitscheiding in de urine werd gecompenseerd door een verhoogde calciumabsorptie. Voor de ouderen resulteerde dit in een minder negatieve calciumbalans tijdens de hogere eiwitinname terwijl de calciumbalans van de jongeren niet beïnvloed werd door de hoeveelheid eiwit in de voeding. Geconcludeerd werd dat een toename in de eiwitinname van 12 naar 21% van de totale energie geen negatieve effecten had op de calciumbalans van gezonde jonge en bejaarde personen.

Verder waren er geen verschillen tussen de leeftijdsgroepen met betrekking tot de interactie tussen eiwitname en calciumexcretie, calciumabsorptie en calciumbalans. De resultaten van het onderzoek naar het effect van de eiwitname op het vitamine B6-metabolisme worden beschreven in hoofdstuk 8. Tijdens twee dieetperioden (waarin 12% of 21% van de totale energie geleverd werd door eiwit) waren de plasma pyridoxaalfosfaat-, de pyridoxaal- en de totale vitamine B6-concentratie significant lager voor de bejaarden in vergelijking met de jongvolwassenen. De pyridoxaalfosfaatconcentratie van de bejaarden was significant hoger tijdens het eiwitrijke dieet, terwijl het eiwitgehalte in de voeding geen effect had op de pyridoxaalfosfaatconcentratie van de jongeren. Voor beide leeftijdsgroepen gold dat de plasma pyridoxaal- en totale vitamine B6-concentratie niet beïnvloed werden door de hoeveelheid eiwit in de voeding. De relatieve pyridoxinezuurexcretie van de bejaarden veranderde niet significant tijdens de twee diëten, terwijl deze significant lager was voor de jongeren tijdens het eiwitrijke dieet in vergelijking met het dieet waarin 12% van de totale energie geleverd werd door eiwit. De resultaten van dit onderzoek suggereerden een leeftijdsgebonden verschil in de aan eiwitname gerelateerde vitamine B6-behoefte, waarbij bejaarden ogenschijnlijk minder vitamine B6 nodig hadden tijdens een hoge eiwitname in vergelijking met jongvolwassenen.